



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 44 11 815.5
22 Anmeldetag: 7. 4. 94
43 Offenlegungstag: 12. 10. 95

DE 4411815 A1

71 Anmelder:
Albatros Applied Technologies GmbH, 41466 Neuss,
DE

74 Vertreter:
Schneiders, J., Dipl.-Ing.; Jedamzik, C.,
Rechtsanwälte; Behrendt, A., Dipl.-Ing., Pat.-Anw.,
44787 Bochum

72 Erfinder:
Gachechiladze, Ivan Alexandrovič, Moskau/Moskva,
RU; Kiknadze, Gennady Irakli'evič, Moskau/Moskva,
RU; Menken, Ernst U., 41466 Neuss, DE

54 Verfahren zur Messung eines mehrkomponentigen und/oder mehrphasigen strömenden Mediums

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung von physikalischen Strukturparametern eines mehrkomponentigen und/oder mehrphasigen Mediums, wobei das Medium elektromagnetische Hohlraumresonatoren durchströmt, die Dielektrizitätskonstanten des Mediums in Fließrichtung und quer zur Fließrichtung aus longitudinalen und transversalen Eigenfrequenzen von Eigenschwingungen der Hohlraumresonatoren bestimmt werden und gleichzeitig Temperatur und Druck des Mediums gemessen werden, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Um die Messung von physikalischen Strukturparametern von Mehrphasen- und/oder Mehrkomponenten-Medien zu ermöglichen, schlägt das erfindungsgemäße Verfahren vor, daß die Eigenfrequenzen der Resonatoren in mindestens drei unterschiedlichen Raumrichtungen gemessen werden. Durch die erfindungsgemäße Messung von Dielektrizitätskonstanten des Mediums in unterschiedlichen Raumrichtungen ist die Zusammensetzung und physikalische Beschaffenheit beliebig vieler in dem Medium enthaltener Phasen und Komponenten möglich. Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit schlägt die Erfindung weiterhin vor, daß bei jeder Eigenfrequenzmessung gleichzeitig die Resonanzfrequenz und der Q-Faktor bei der Resonanzfrequenz gemessen werden. Dadurch werden Korrekturgrößen ermittelt, die zu den aus den Resonanzfrequenzen ermittelten Dielektrizitätskonstanten addiert werden und dadurch die Meßgenauigkeit annähernd um eine Größenordnung erhöhen.

Dielektrizitätskonstante

Kein Abbildung

DE 4411815 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung von physikalischen Strukturparametern eines mehrkomponentigen und/oder mehrphasigen strömenden Mediums, wobei das Medium elektromagnetische Hohlraumresonatoren durchströmt, die Dielektrizitätskonstanten des Mediums in Fließrichtung und quer zur Fließrichtung aus longitudinalen und transversalen Eigenfrequenzen von Eigenschwingungen der Hohlraumresonatoren bestimmt werden und gleichzeitig Temperatur und Druck des Mediums gemessen werden, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Im Stand der Technik ist aus der internationalen Patentanmeldung PCT/RU 92/00182 ein Verfahren bekannt, bei dem Zweiphasen-Strömungsparameter von kontinuierlich fließenden Medien mit unterschiedlichen Dichten der Phasen meßbar sind. Dabei durchströmt das Medium elektromagnetische Resonatoren, in denen jeweils ein elektromagnetisches Feld resonant eingekoppelt ist. Aufgrund der dielektrischen Eigenschaften des Mediums ergibt sich eine Verstimmung der Eigenfrequenz des jeweiligen Resonators. Diese wird gemessen und dient zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstante des Mediums.

Um Rückschlüsse auf das Phasenverhältnis des Mediums zu erhalten, werden die Resonatoren derart angeordnet und betrieben, daß der elektrische Feldvektor des elektromagnetischen Feldes parallel und/oder quer zur Fließrichtung des Mediums gerichtet ist. Hieraus erhält man Werte der Dielektrizitätskonstanten in Längs- und Querrichtung des den Resonator durchströmenden Mediums. Neben den hierzu ermittelten Resonanzfrequenzen in Längs- und Querrichtung werden mittels geeigneter Sensoren zusätzlich Druck und Temperatur des Mediums gemessen. Aus diesen Meßdaten und den bekannten physikalischen Eigenschaften des Mediums wird das Phasenverhältnis berechnet.

Zur Realisierung einer Meßvorrichtung nach dem genannten Verfahren wird vorgeschlagen, die Hohlraumresonatoren als Halbwellen- oder Viertelwellen-Koaxial-Rohrresonatoren auszuführen. In diese Rohrresonatoren werden mittels geeigneter Sende- und Empfangselemente in Fließrichtung des Mediums und quer dazu longitudinale und/oder transversale elektromagnetische Wellen eingekoppelt und durch resonante Abstimmung die Eigenfrequenzen der Eigenschwingungen ermittelt.

Das vorbekannte Verfahren hat den Vorteil, daß das Phasenverhältnis bei strömenden Zweiphasen-Medien beliebiger Heterogenität sicher bestimmbar ist. Weiterhin wird ebenfalls die Bestimmung des Konzentrationsverhältnisses der Komponenten eines Zweikomponenten-Gemisches ermöglicht. Die Meßergebnisse werden praktisch nicht durch Strömungsart, Konzentration oder Dichte des Mediums beeinflusst, beispielsweise werden keine besonderen Anforderungen an Form und Verteilung von Dampfblasen in einem Flüssigkeits-Dampf-Gemisch gestellt.

Das bekannte Verfahren und demzufolge die nach diesem Verfahren arbeitenden Meßvorrichtungen haben jedoch den Nachteil, daß die Erfassung des Phasenverhältnisses oder des Konzentrationsverhältnisses der einzelnen Komponenten auf Zwei-Phasen- bzw. Zweikomponenten-Medien beschränkt ist. In der Praxis häufig auftretende Dreiphasen- oder Mehrkomponenten-Gemische sind damit hinsichtlich einer Analyse ihrer Zusammensetzung bisher nicht zugänglich.

Daraus ergibt sich die Aufgabe der Erfindung, das Verfahren nach dem Stand der Technik derart weiterzubilden, daß die Messung von physikalischen Strukturparametern von Mehrphasenund/oder Mehrkomponenten-Medien ermöglicht wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung vor, daß die Eigenfrequenzen der Resonatoren in mindestens drei unterschiedlichen Raumrichtungen gemessen werden.

Durch das erfindungsgeinäße Verfahren wird unter Beibehaltung der Vorteile der bekannten Verfahren erreicht, daß die physikalischen Strukturparameter von Medien mit mehr als zwei Phasen und/oder mehr als zwei Komponenten erfaßbar sind. Prinzipiell sind der Anzahl der zu unterscheidenden Phasen und/oder Komponenten keine Grenzen gesetzt. Einschränkungen bei der praktischen Realisierung ergeben sich lediglich durch die Größe des Resonators und das dadurch begrenzte Raumangebot für die Anordnung der Sende- und Empfangselemente.

Die Versorgungs- und Auswertevorrichtungen lassen sich unter Verwendung moderner Elektronik und Rechnertechnologie ohne Probleme an üblicherweise auftretende Einsatzbedingungen anpassen.

Ein weiterer Nachteil des bisher bekannten Verfahrens liegt darin, daß die Meßgenauigkeit oftmals nicht hinreichend ist. Daraus ergibt sich die zusätzliche Aufgabe der Erfindung, die Meßgenauigkeit zu erhöhen.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung vor, daß bei jeder Eigenfrequenzmessung gleichzeitig die Resonanzfrequenz und der Q-Faktor bei der Resonanzfrequenz gemessen werden. Der Q-Faktor oder Qualitätsfaktor wird allgemein in der Elektrotechnik zur Kennzeichnung der Güte eines Resonanzkreises gebraucht. In der Praxis wird der Q-Faktor aus dem Verhältnis der Halbwertsbreite und der Höhe des Eigenresonanz-Peaks berechnet. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird der Q-Faktor des Hohlraumresonators von den physikalischen Eigenschaften der Phasen- und Komponentenverteilung beeinflusst, die keinen Einfluß auf die Lage des Resonanz-Peaks, d.h. der Eigenfrequenz haben. Deswegen lassen sich aus dem Q-Faktor Korrekturgrößen ermitteln, die zur allein aus der Resonanzfrequenz ermittelten Dielektrizitätskonstante addiert werden und die Meßgenauigkeit annähernd um eine Größenordnung erhöhen.

Die Berücksichtigung des Q-Faktors beim erfindungsgemäßen Verfahren gemäß dem Hauptanspruch ermöglicht somit erstmals die Messung von physikalischen Strukturparametern eines Mediums mit theoretisch beliebig vielen Phasen und Komponenten mit hoher Genauigkeit. Zur praktischen Realisierung ist lediglich eine Anpassung der Auswertevorrichtung erforderlich, die bei der zur Verfügung stehenden Technologie ohne großen Aufwand durchführbar ist.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens gemäß der Erfindung sieht vor, daß die Fließgeschwindigkeit des Mediums durch Autokorrelation der Meßdaten von in Fließrichtung aufeinander folgenden Hohlraumresonatoren bestimmt wird. Durch Autokorrelationsverfahren, die im Prinzip bekannt sind, wird beim erfindungsgemäßen Verfahren ein durch statistische Schwankungen erzeugtes Zufallsmuster im zeitlichen Verlauf der ermittelten Meßdaten an zwei aufeinander folgenden, um eine bestimmte Strecke voneinander entfernten Meßpunkten identifiziert. Aufgrund der zeitlichen Verschiebung läßt sich somit leicht die Fließgeschwindigkeit des Massen- bzw. Volumenflusses ermit-

tern.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungs-
gemäßen Verfahrens läßt sich besonders vorteilhaft real-
lisieren, indem sie Drucksensoren, Temperatursensoren,
sowie mindestens drei in unterschiedliche Raumrich-
tung orientierte elektromagnetische Hohlraumresona-
toren aufweist, wobei das Medium durch die Hohlraum-
resonatoren hindurchströmt, die jeweils mit paarweise
einander zugeordneten, an Versorgungs- und Aus-
werteeinheiten anschließbaren, elektromagnetischen
Sende- und Empfangselementen versehen sind. Als
Druck- und Temperatursensoren lassen sich beispiels-
weise Halbleiter oder Piezoelektrische Sensoren ver-
wenden. Diese liefern Meßwerte der erforderlichen, ho-
hen Genauigkeit und sind einfach an Versorgungs- und
Auswerteeinheiten anbindbar.

Die Hohlraumresonatoren werden vorzugsweise als
Mikrowellen-Resonatoren ausgebildet. Diese lassen
sich klein und robust ausführen, so daß die Konstruktion
von handlichen und gegen mechanische Beanspruchun-
gen unempfindlichen Meßvorrichtungen ermöglicht
wird.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform einer
erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß minde-
stens ein Hohlraumresonator ein Zwei-Kammer-Reso-
nator ist, der im wesentlichen aus einer zylindrischen
inneren und einer ebenfalls zylindrischen äußeren Reso-
natorkammer gebildet wird, wobei durch die innere
Kammer axial in Longitudinalrichtung eine rohrförmige
Mediendurchführung aus dielektrischem Material ver-
läuft, die innere Resonatorkammer von der äußeren Reso-
natorkammer konzentrisch umgeben ist und mit die-
ser in Verbindung steht, wobei in der Mantelfläche der
äußeren Resonatorkammer paarweise einander zuge-
ordnete Sende- und Empfangsantennen derart angeord-
net sind, daß sie elektromagnetische Eigenschwingun-
gen in Längsrichtung und in mindestens zwei unter-
schiedlichen Querrichtungen in der inneren Resonator-
kammer anregen und empfangen. Diese Ausführungs-
form zeichnet sich durch einen besonders kompakten
Aufbau aus und ist aufgrund der relativ einfachen me-
chanischen Konstruktion besonders wirtschaftlich pro-
duzierbar. Dabei besteht der gesamte Resonator im we-
sentlichen aus leitfähigem Material, beispielsweise Me-
tall. Die leitenden Oberflächen der inneren und äußeren
Resonatorkammer stehen leitend miteinander in Ver-
bindung. Die durch die innere Resonatorkammer hin-
durchgeführte, rohrförmige Mediendurchführung be-
steht aus dielektrischem Material, wie z. B. Glas oder
Kunststoff. In ihrem Querschnitt entspricht die Medien-
durchführung vorzugsweise dem Durchmesser einer
Rohrleitung, durch die ein zu messendes Medium fließt.
Dadurch wird der freie Durchfluß des Mediums durch
die Meßvorrichtung gewährleistet. Das dielektrische
Material läßt sich so auswählen, daß es abrasiven und/
oder korrosiven Medien problemlos standhält.

Die Durchtrittsöffnungen in dem Hohlraumresonator
für die rohrförmige Mediendurchführung werden so an-
geordnet, daß die im Innern des Resonators erzeugten
elektromagnetischen Eigenschwingungen nicht nach
außen abgestrahlt werden.

Das durch die Mediendurchführung strömende Medi-
um wird aufgrund der axialen, zentralen Anordnung in
der inneren Resonatorkammer von den elektrischen
Feldvektoren einer longitudinalen Eigenschwingung in
Längsrichtung durchsetzt und entsprechend von den
elektrischen Feldvektoren der quer ausgerichteten,
transversalen Eigenschwingungen in unterschiedlichen

Radialrichtungen durchsetzt. Der koaxiale Zwei-Kam-
mer-Resonator läßt sich besonders genau abstimmen,
wodurch sich die Bestimmung der longitudinalen und
transversalen Eigenfrequenzen sowie deren Q-Faktor
einfach durchführen läßt. Ein zuverlässiger Dauerbe-
trieb ist dadurch sichergestellt, daß die Sende- und Emp-
fangsantennen in der äußeren Resonatorkammer ange-
bracht sind und keinem Verschleiß durch das vorbeis-
strömende Medium unterliegen.

Zur Messung der Fließgeschwindigkeit des Mediums
ist es zweckmäßig, daß mindestens zwei Zwei-Kammer-
Resonatoren in Fließrichtung des Mediums hintereinan-
der angeordnet sind. Durch Autokorrelation der Meß-
daten der beiden Resonatoren kann leicht auf die Volu-
men- bzw. Massengeschwindigkeit geschlossen werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im fol-
genden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zei-
gen im einzelnen:

Fig. 1 Einen Längsschnitt durch einen erfindungsge-
mäßigen Zwei-Kammer-Resonator;

Fig. 2 Einen Querschnitt durch den Resonator gemäß
Fig. 1.

In Fig. 1 ist der Hohlraumresonator als ganzes mit
dem Bezugszeichen 1 versehen. Er besteht aus einem
zylindrischen, rohrförmigen Gehäuse 2, welches an sei-
nen Kopfenden geschlossen ist. Axial durch das Gehäus-
e 2 hindurch verläuft eine Rohrleitung 3, durch die
Medium strömt. Im mittleren Abschnitt in dem Gehäuse
2 ist in die Rohrleitung 3 eine Mediendurchführung 4
eingefügt, die denselben Querschnitt wie die Rohrlei-
tung 3 hat und gestrichelt eingezeichnet ist. An beiden
Enden der Mediendurchführung 4 sind auf die Rohrlei-
tung 3 ringförmige Scheiben 5a und 5b aufgesetzt, die in
axialer Richtung die Begrenzungen der inneren Resona-
torkammer bilden. Radial nach außen ist diese innere
Resonatorkammer durch die Mantelwandung des Gehäus-
es 2 begrenzt.

Der Innenraum des Gehäuses 2 abzüglich der Rohr-
leitung 3 sowie des Bereiches der inneren Resonator-
kammer bildet die äußere Resonatorkammer. Folglich
umgibt sie die innere Resonatorkammer und steht über
die radialen Spalte zwischen den ringförmigen Scheiben
5a und 5b und dem Gehäuse 2 mit dieser in Verbindung.

In der Mantelwandung des Gehäuses 2 ist ein Paar
von in Längsrichtung abstrahlenden Longitudinal-An-
tennen 6a und 6b angebracht. Dabei ist 6a eine Sende-
antenne für Mikrowellen und die Antenne 6b eine Emp-
fangsantenne für Mikrowellen. Beide sind im Prinzip
gleichartig aufgebaut.

Mit den Bezugszeichen 7a und 7b ist ein Paar von
radial ausgerichteten, in dem Gehäuse 2 im Bereich der
Mediendurchführung 4 gegenüberliegend angeordne-
ten Transversal-Antennen bezeichnet: 7a ist eine Sende-
antenne, 7b die ihr zugeordnete Empfangsantenne.

In gleicher Weise wie die Transversal-Antennen 7a
und 7b ist in dem Gehäuse 2 ein weiteres Paar von
Transversal-Antennen 8a und 8b angebracht, die gegen-
über den Transversal-Antennen 7a und 7b auf dem
Mantel des Gehäuses 2 um 90° versetzt angeordnet sind
und deswegen in dieser Darstellung nur schematisch
angedeutet sind.

Weiterhin ist an dem Gehäuse 2 im Bereich der Rohr-
leitung 3 ein Temperatursensor 9 sowie ein Drucksensor
10 angebracht, die mit dem Innenraum der Rohrleitung
3 in Kontakt stehen.

Das Gehäuse 2 besteht einschließlich der Rohrleitung
3 und der ringförmigen Scheiben 5a und 5b aus Metall.
Die Mediendurchführung 4 ist aus dielektrischem Mate-

rial gefertigt, beispielsweise Glas oder Kunststoff. Der Resonatorinnenraum, d. h. das innere des Gehäuses 2, ist gegen die Rohrleitung 3 bzw. die Mediendurchführung 4 dicht.

In Fig. 2 ist ein radialer Schnitt durch den Hohlraumresonator 1 gemäß Fig. 1 in Höhe der Transversal-Antennen 7a/b bzw. 8a/b dargestellt. Es finden dieselben Bezugszeichen wie in Fig. 1 Verwendung. In dieser Darstellung ist deutlich die paarweise Anordnung der Transversal-Antennen 7a und 7b sowie 8a und 8b erkennbar.

Die Longitudinal-Antennen 6a und 6b, die Transversal-Antennen 7a, 7b, 8a und 8b sowie der Drucksensor 10 und der Temperatursensor 9 sind an eine nicht dargestellte Auswerte- und Versorgungseinheit angeschlossen, die alle notwendigen Betriebsspannungen an die Sensoren und Antennen liefert und gleichzeitig die Auswertung der von diesen Sensoren bzw. Antennen gelieferten Signale ermöglicht.

Zum Betrieb der Vorrichtung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird auf die Transversal-Sendeantennen 7a und 8a sowie auf die Longitudinal-Sendeantenne 6a ein Hochfrequenzsignal gegeben, dessen Frequenz so gewählt ist, daß sich in dem Gehäuse 2 jeweils zwischen den Antennenpaaren 6a und 6b, 7a und 7b sowie 8a und 8b stehende Wellen mit den entsprechenden longitudinalen und transversalen Eigenfrequenzen des Hohlraumresonators 1 ausbilden. Dabei verläuft der elektrische Feldvektor des von den Longitudinal-Antennen 6a und 6b erzeugten Eigenschwingungen im Bereich der inneren Resonator-kammer, d. h. auch innerhalb der Mediendurchführung 4 in Längsrichtung. Der elektrische Feldvektor der zwischen den Transversal-Antennen 7a und 7b sich ausbildenden stehenden Welle verläuft transversal durch den inneren Resonator und damit die Mediendurchführung 4. Der elektrische Feldvektor zwischen dem Transversal-Antennenpaar 8a und 8b verläuft ebenfalls durch die innere Resonator-kammer in Transversalrichtung senkrecht zum Feldvektor zwischen dem Antennenpaar 7a und 7b.

Zur Einhaltung der Resonanzbedingung, d. h. zur Einkoppelung der jeweiligen Eigenschwingungen wird die an die Sende-Antennen 6a, 7a und 8a gegebene Frequenz von der nicht dargestellten Versorgungseinheit so eingestellt, daß das von den Empfangsantennen 6b, 7b und 8b empfangene Signal minimal ist — wenn der Hohlraumresonator 1 ein $\lambda/2$ -Resonator ist — bzw. maximal, wenn der Hohlraumresonator 1 ein $\lambda/4$ -Resonator ist. Dabei wird gleichzeitig der Q-Faktor jeder Eigenfrequenz festgestellt. Mittels des Temperatursensors 9 und des Drucksensors 10 werden gleichzeitig der Druck und die Temperatur des durch die Rohrleitung 3 strömenden Mediums erfaßt.

Das durch die Mediendurchführung 4 strömende Medium wird sowohl von den in Längsrichtung liegenden elektrischen Feldvektor der Eigenschwingung zwischen den Longitudinal-Antennen 6a und 6b sowie den transversal senkrecht aufeinander stehenden elektrischen Feldvektoren der Eigenschwingungen zwischen den Transversal-Antennenpaaren 7a/b und 8a/b durchsetzt. Aus den Werten der drei solchermaßen ermittelten Eigenfrequenzen der Eigenschwingungen werden drei Werte für die zugeordneten Dielektrizitätskonstanten berechnet.

Nach der Eingabe der entsprechenden Kenngrößen eines Mediums ist aufgrund der in der vorbeschriebenen Weise aufgenommenen Meßdaten — drei Dielektrizitätskonstanten, Druck und Temperatur — die vollständige

Darstellung aller physikalischen Strömungsparameter eines Drei-Phasen, Drei-Komponentigen Mediums durchführbar.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren mittels des dargestellten Hohlraumresonators 1 gewonnenen Meßdaten hinsichtlich der Beschaffenheit des Mediums zeichnen sich durch hohe Genauigkeit aus. Durch die Anbringung weiterer Antennenpaare ist eine Erweiterung der Meßvorrichtung auf nahezu beliebig viele Phasen und Komponenten denkbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung von physikalischen Strukturparametern eines mehrkomponentigen und/oder mehrphasigen strömenden Mediums, bei welchem das Medium elektromagnetische Hohlraumresonatoren durchströmt, die Dielektrizitätskonstanten des Mediums in Fließrichtung und quer zur Fließrichtung aus longitudinalen und transversalen Eigenfrequenzen von Eigenschwingungen der Hohlraumresonatoren bestimmt werden und gleichzeitig Temperatur und Druck des Mediums gemessen werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Eigenfrequenzen der Resonatoren in mindestens drei unterschiedlichen Raumrichtungen gemessen werden.
2. Verfahren, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei jeder Eigenfrequenzmessung gleichzeitig die Resonanzfrequenz und der Q-Faktor bei der Resonanzfrequenz gemessen werden.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fließgeschwindigkeit des Mediums durch Autokorrelation der Meßdaten von in Fließrichtung aufeinanderfolgenden Hohlraumresonatoren bestimmt wird.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung Drucksensoren (10), Temperatursensoren (9), sowie mindestens drei in unterschiedliche Raumrichtungen orientierte elektromagnetische Hohlraumresonatoren (1) aufweist, wobei das Medium durch die Hohlraumresonatoren (1) hindurchströmt, die jeweils mit paarweise einander zugeordneten, an Versorgungs- und Auswerteeinheiten anschließbaren, elektromagnetischen Sende- und Empfangselementen (6a/b, 7a/b, 8a/b) versehen sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Hohlraumresonator (1) ein Zwei-Kammer-Resonator (1) ist, der im wesentlichen aus einer zylindrischen inneren und einer ebenfalls zylindrischen äußeren Resonator-kammer gebildet wird, wobei durch die innere Kammer axial in Longitudinalrichtung eine rohrförmige Mediendurchführung (4) aus dielektrischem Material verläuft, die innere Resonator-kammer von der äußeren Resonator-kammer konzentrisch umgeben ist und mit dieser in Verbindung steht, wobei in der Mantelfläche der äußeren Resonator-kammer paarweise einander zugeordnete Sende- und Empfangsantennen (6a/b, 7a/b, 8a/b) derart angeordnet sind, daß sie elektromagnetische Eigenschwingungen in Längsrichtung und in mindestens zwei unterschiedlichen Querrichtungen in der inneren Resonator-kammer anregen und empfangen.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß mindestens zwei Zwei-Kammer-Re-
sonatoren (1) in Fließrichtung des Mediums hinter-
einander angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

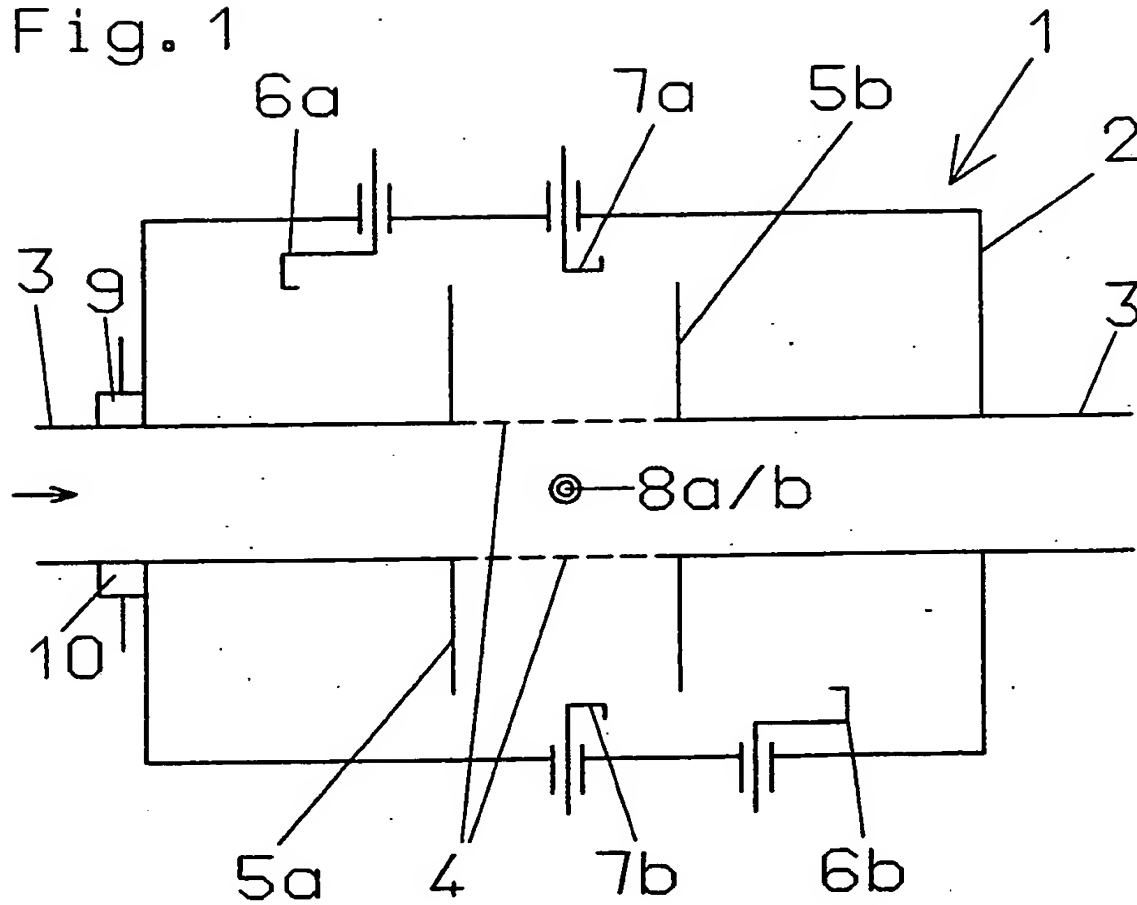


Fig. 2

